PCT WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro

INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation 6 :		(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 96/13865
H01L 31/105, 25/04	A1	(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 9. Mai 1996 (09.05.96)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP95/03421

(22) Internationales Anmeldedatum: 31. August 1995 (31.08.95)

(30) Prioritätsdaten:
P 44 41 444.7 30. Oktober 1994 (30.10.94) DE

(71)(72) Anmelder und Erfinder: BÖHM, Markus [DE/DE]; Hölderlinstrasse 3, D-57068 Siegen (DE).

(74) Anwalt: COHAUSZ & FLORACK; Kanzlerstrasse 8a, D-40472 Düsseldorf (DE).

(81) Bestimmungsstaaten: AU, BR, CA, CN, CZ, EE, FI, HU, JP, KR, LT, LV, MX, NO, NZ, PL, RU, SG, SI, SK, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

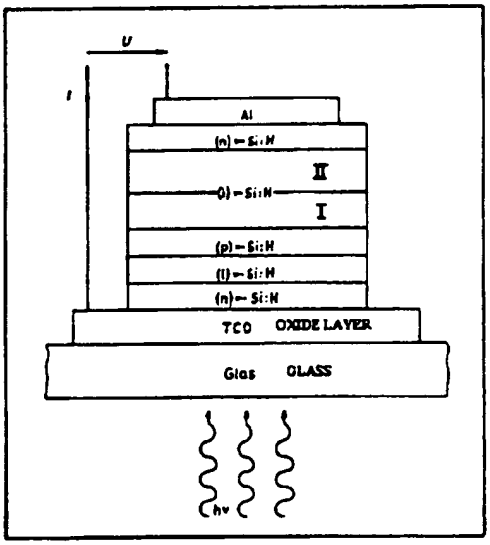
Veröffentlicht
Mit internationalem Recherchenbericht.

(54) Title: THREE-COLOUR SENSOR

(54) Bezeichnung: DREI-FARBENSENSOR

(57) Abstract

A photosensitive electronic component based on amorphous silicon and its alloys consists of two anti-serially interconnected p-i-n or n-i-p structures or Schottky contact structures. The active layers are normal to the light propagation direction. The charge carriers generated by blue light are sensed in the area of the first structure in the light incidence direction and generate a first voltage (V1) and the charge carriers generated by green or red light are sensed in the area of the second structure in the light incidence direction and generate a second (V2) and third (V3) voltage. At least one of the two intrinsically conductive layers consists of two partial layers. In order to achieve an improved spectral selectivity, the product of charge carrier mobility and lifetime (μ-tau product) is higher in the first partial layer (I) and lower in the second partial layer (II) in the light incidence direction, so that both partial layers (I, II) have different charge carrier sensing lengths in the presence of an electric field. The first partial layer (I) in the light incidence direction thus absorbs more green light and the second partial layer (II) in the light incidence direction absorbs more red light.



(57) Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein photoempfindliches elektronisches Bauelement auf der Basis von amorphem Silizium und dessen Legierungen bestehend aus zwei antiseriell zueinander angeordneten p-i-n bzw. n-i-p bzw. Schottkykontakt-Strukturen, bei dem die aktiven Schichten jeweils normal zur Lichtrichtung angeordnet sind, wobei im Bereich der in Lichteinfallsrichtung ersten Struktur die von blauem Licht generierten Ladungsträger für eine erste (V1) Spannung und im Bereich der in Lichteinfallsrichtung zweiten Struktur die von grünem bzw. rotem Licht generierten Ladungsträger für eine zweite (V2) bzw. dritte (V3) Spannung gesammelt werden, und wobei mindestens eine der beiden eigenleitenden Schichten aus zwei Teilschichten aufgebaut ist. Die Aufgabe, eine verbesserte spektrale Selektivität zu erreichen, wird dadurch gelöst, daß in der in Lichteinfallsrichtung vorgeordneten Teilschicht (I) ein höheres und in der in Lichteinfallsrichtung nachgeordneten Teilschicht (II) ein niedrigeres Produkt aus Ladungsträgerbeweglichkeit und Lebensdauer (μ-Tau-Produkt) vorliegt derart, daß die beiden Teilschichten (I, II) in Gegenwart eines elektrischen Feldes unterschiedliche Sammellängen für die Ladungsträger aufweisen, dahingehend, daß in der in Lichteinfallsrichtung vorgeordneten Teilschicht (I) vermehrt grünes und in der in Lichteinfallsrichtung nachgeordneten Teilschicht (II) vermehrt rotes Licht absorbiert wird.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AT	Österreich	GA	Gabon	MR	Mauretanien
AU	Australien	GB	Vereinigtes Königreich	MW	Malawi
BB	Barbados	GE	Georgien	NE	Niger
BE	Belgien	GN	Guinea	NL	Niederlande
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	NO	Norwegen
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	NZ	Neuseeland
BJ	Benin	IE	Irland	PL	Polen
BR	Brasilien	IT	Italien	PT	Portugal
BY	Belarus	JP	Japan	RO	Rumänien
CA	Kanada	KE	Kenya	RU	Russische Föderation
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KG	Kirgisistan	SD	Sudan
CG	Kongo	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SE	Schweden
CH	Schweiz	KR	Republik Korea	SI	Slowenien
CI	Côte d'Ivoire	KZ	Kasachstan	SK	Slowakei
CM	Kamerun	LI	Liechtenstein	SN	Senegal
CN	China	LK	Sri Lanka	TD	Tschad
CS	Tschechoslowakei	LU	Luxemburg	TG	Togo
CZ	Tschechische Republik	LV	Lettland	TJ	Tadschikistan
DE	Deutschland	MC	Monaco	TT	Trinidad und Tobago
DK	Dänemark	MD	Republik Moldau	UA	Ukraine
ES	Spanien	MG	Madagaskar	US	Vereinigte Staaten von Amerika
FI	Finnland	ML	Mali	UZ	Usbekistan
FR	Frankreich	MN	Mongolei	VN	Vietnam

Drei-Farbensensor

Die Erfindung betrifft ein Bauelement auf der Basis von amorphem Silizium und dessen Legierungen bestehend aus zwei antiseriell zueinander angeordneten p-i-n bzw. n-i-p bzw. Schottkykontakt-Strukturen, bei dem die aktiven Schichten jeweils normal zur Lichtrichtung angeordnet sind, wobei im Bereich der in Lichteinfallsrichtung ersten Struktur die von blauem Licht generierten Ladungsträger für eine erste (V1) Spannung und im Bereich der in Lichteinfallsrichtung zweiten Struktur die von rotem bzw. grünen Licht generierten Ladungsträger für eine zweite (V1) bzw. dritte (V3) Spannung gesammelt werden, und wobei mindestens eine der beiden eigenleitenden Schichten aus zwei Teilschichten aufgebaut ist.

Ein Bauelement dieser Art ist bekannt aus dem Aufsatz "New type of thin film colour image sensor", Q. ZHU, H. Stiebig, P. Rieve, J. Giehl, M. Sommer, M. Böhm, Conference Europto - Sensors and Control for Advanced Automation II, Frankfurt am Main, 20-24. Juni 1994.

Photoempfindliche elektronische Bauelemente auf der Basis von amorphen Silizium (a-Si:H) haben gegenüber Bauelementen aus kristallinem Silizium den Vorteil einer wesentlich größeren Absorption für sichtbares Licht. Grundsätzlich besteht ein solches photoempfindliches elektronisches Bauelement aus zwei antiseriell zueinander geschalteten PIN Dioden, wobei die Alternativen NIPIN bzw. PINIP bekannt sind, oder aus zwei antiseriell zueinander geschalteten Metall-Halbleiterübergängen (Schottkykontakten).

Technologisch wird ein solches Bauelement durch Abscheiden von einer Vielzahl von a-Si:H Schichten bei niedrigen Temperaturen (typischerweise 250°C) mittels des PECVD (Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition) Prozesses hergestellt. Das Abscheiden erfolgt zunächst z.B. auf ein isolierendes Substrat, üblicherweise Glas, unter Einschaltung einer lichtdurchlässsigen leitfähigen Oxidschicht (TCO), die später einen elektrischen Kontakt für eine von außen an das Bauelement anzulegende äußere Spannung bilden. Beim PECVD Reaktor wird durch Anlegen eines Wechselfeldes ein Plasma erzeugt, indem das Gas SiH_4 (Silan) in Siliziumradikale und Wasserstoff zerlegt wird. Dabei schlägt sich Silizium als amorpher wasserstoffhaltiger Film auf dem Substrat nieder. Ausgehend davon kann durch Zusatz von Phosphin eine n-dotierte Schicht bzw. durch Zusatz von Diboran eine p-dotierte Schicht erzeugt werden. Darüber hinaus ist es bekannt, durch Zusatz von Methan (CH_4) zum Silan den Bandabstand des amorphen Siliziums zu vergrößern bzw. durch Zusatz von German ($Ge H_4$) zu verkleinern.

Das auf diese Weise hergestellte Multilayerbauelement mit der gewünschten Schichtenfolge wird nunmehr so von sichtbarem Licht durchstrahlt, daß die Einfallsrichtung des Lichtes senkrecht zur Schichtebene ist. Aufgrund der Abhängigkeit des Absorptionskoeffizienten des Sensormaterials von der Wellenlänge des einfallenden Lichtes und des Bandabstandes des Sensormaterials resultiert eine unterschiedliche Eindringtiefe von Licht in das Halbleitermaterial. Dies führt dazu, daß blaues Licht (Wellenlänge ca. 450 nm) eine wesentlich kürzere Eindringtiefe (Absorptionslänge) hat als grünes oder rotes Licht. Durch entsprechende Auswahl von Größe und Polarität der äußeren am Bauelement anliegenden Gleichspannung und damit des inneren elektrischen Feldes läßt sich eine spektrale Sensibilität des Bauelementes

erreichen. Beispielsweise kann durch das Anlegen entsprechender Spannungen an das Element eine Sensibilität für RGB Licht (Rot, Grün, Blau) in der Multilayerstruktur erreicht werden. Dabei wird die Hauptsammelregion der lichterzeugten Ladungsträger entlang der Länge des Bauelementes und damit dessen spektrale Empfindlichkeit in Abhängigkeit von der angelegten äußeren Spannung verschoben.

Zur Optimierung einer NIPIN Struktur in bezug auf einen Dreifarbensensor ist es aus dem oben genannten Bericht bekannt, auf beiden Seiten der p-dotierten Zwischenschicht zusätzliche eigenleitende Defektschichten vorzusehen, in deren Dickenbereich der Bandabstand gegenüber den übrigen eigenleitenden Schichten erhöht ist (z.B. von 1,74 eV auf 1,9 eV). Dies führt zu einer verbesserten Grün-/Blau-Trennung, in der in Lichteinfallsrichtung vorgeordneten NIP Struktur bzw. zu einer verbesserten Rot-/Grün-Trennung in der in Lichteinfallsrichtung nachgeordneten PIN Struktur ("sog. band-gap engineering").

Aus dem US-Patent 53 11 047 ist ein photoempfindliches elektronisches Bauelement auf der Basis von amorphem Silizium mit NIPIN Struktur bekannt.

Aus Applied Physics Letters 52(4) 1988, 275-277 ist ein heterojunction Bauelement (Phototransistor) vom NIPIN Typ bekannt, welcher zwei zusätzlich eingefügte eigenleitende Schichten aufweist. Hieraus ist bekannt, daß im ersten Übergang vorzugsweise blaues Licht und im zweiten Übergang vorzugsweise grünes oder rotes Licht absorbiert wird. Die zweite eigenleitende Schicht dient dabei zur Erhöhung der Blauabsorption.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein elektronisches Bauelement der eingangs genannten Art sowie ein Verfahren zu seiner Herstellung anzugeben, welches gewährleistet, daß unter kostengünstigen Herstellunsgbedingungen ein für RGB Farben sensitives Bauelement geschaffen wird, welches über eine hohe spektrale Trennung für die RGB Farben ohne nennenswerte Infrarot/Ultraviolettbeiträge zum Ausgangssignal verfügt.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die beiden Teilschichten in Gegenwart eines elektrischen Feldes unterschiedliche Sammellängen für die Ladungsträger aufweisen derart, daß in der in Lichteinfallsrichtung vorgeordneten Teilschicht ein höheres und in der in Lichteinfallsrichtung nachgeordneten Teilschicht ein niedrigeres Produkt aus Ladungsträgerbeweglichkeit und Lebensdauer vorliegt bzw. daß mindestens eine der beiden eigenleitenden Schichten aus zwei Teilschichten gebildet wird, die aufgrund entsprechender Dotierung, insbesondere mit Si_xGe_{1-x}, derart unterschiedliche Beweglichkeiten aufweisen, daß die μ-Tau-Produkte in den beiden Teilschichten mindestens um den Faktor 10 voneinander abweichen, wobei die Teilschicht mit dem höheren μ-Tau-Produkt in Lichteinfallsrichtung vorgeordnet ist.

Die Erfindung zeichnet sich dadurch aus, daß durch die Aufteilung mindestens einer der beiden eigenleitenden Schichten des Bauelementes in zwei Teilschichten die Blau-/Grün-Trennung bzw. die Grün-/Rot-Trennung verbessert werden. Im Gegensatz zu bekannten Verfahren, (d.h. durch Beeinflussung des Absorptions- bzw. Rekombinationsverhaltens durch partielle Erhöhung des Bandabstandes, "band-gap engineering") bzw. durch Einbau von zusätzlichen Defektschichten weist die erfindungsgemäße Variation des μ-Tau-Produktes den

entscheidenden Vorteil auf, daß eine wesentlich bessere spektrale Trennung und das gewünschte lineare Verhalten ermöglicht werden.

Hierdurch können sowohl bei hohen als auch bei niedrigen Lichtintensitäten die Grundfarben sicher getrennt werden. Durch die erfindungsgemäße Lösung ergibt sich ein Bauelement, bei dem der Zusammenhang zwischen dem Photostrom für den jeweiligen Spektralpeak und dem Photonenfluß linear ist, und zwar über mehrere Größenordnungen des Photonenflusses. Darüber hinaus sind die Spektralpeaks voneinander linear unabhängig. Durch die Linearität einerseits und die lineare Unabhängigkeit der Spektralpeaks andererseits wird ermöglicht, daß ein solches Bauelement überhaupt praktisch zur Erkennung von Farben unter unterschiedlichen Beleuchtungsbedingungen verwendet werden kann.

Durch den Einbau eines Bereichs mit niedriger, freier Beweglichkeit der Ladungsträger in der in Lichteinfallsrichtung hinteren Struktur können Ladungsträger erst bei betragsmäßig höherer Spannung und damit höherem elektrischen Feld extrahiert werden. Löcher, die durch Licht geringer Wellenlänge im vorderen Teil generiert werden, driften zur Zwischenschicht. Die Elektronen erreichen die Randschicht der hinteren Struktur, da keine Rekombinationspartner im hinteren Teil generiert werden. Langwelliges Licht (rot) generiert vorwiegend in diesem Bereich, so daß als Folge des niedrigeren μ-Tau-Produktes die Ladungsträger rekombinieren. Erst bei höheren Feldstärken können die Löcher zur Zwischenschicht driften. Dadurch erfolgt eine Rot-/Grün-Trennung in der hinteren Struktur.

Beim Einbau von geeigneten Materialien und Legierungen (z. B. a-Si:H/a-$Si_xGe_{(1-x)}$:H) mit unterschiedlichen freien

Beweglichkeiten in den Bändern können in dieser Teilschicht Ladungsträger wegen des geringeren μ-Tau-Produktes bei kleineren Spannungen schlechter eingesammelt werden. Demgegenüber können diese Ladungsträger bei höheren Spannungen bevorzugt eingesammelt werden.

In der Teilschicht mit dem höheren μ-Tau-Produkt werden bevorzugt grüne Photonen eingesammelt, während in dem in Lichteinfallsrichtung nachgeordneten hinteren Bereich bevorzugt die roten Ladungsträger eingesammelt werden. Aufgrund der unterschiedlichen wellenlängenabhängigen Brechungsindizes von a-Si:H/a-Si(C):H und a-Si_xGe_{1-x}:H läßt sich für die vordere Teilschicht der nachgeordneten eigenleitenden Schicht ein Bereich bestimmter Dicke ermitteln, in dem mehr grüne als rote Photonen absorbiert werden. Die generierten Ladungsträger lassen sich bei kleineren negativen Spannungen extrahieren und bestimmen das Maximum der spektralen Empfindlichkeit. Bei höheren negativen Spannungen wird das Maximum der spektralen Empfindlichkeit durch die Ladungsträger bestimmt, die in der hinteren Teilschicht dieser eigenleitenden Schicht generiert werden.

Das Maximum der spektralen Empfindlichkeit für langwelligeres Licht läßt sich durch die Schichtdicke des Si_xGe_{1-x} Materials, den Germaniumanteil in diesem Bereich und eventuell eine Gradierung einstellen.

Im Ergebnis können bei dem erfindungsgemäßen Bauelement somit durch Anlegen dreier verschiedener Spannungen drei unterschiedlich tief im Bauelement liegende Raumladungszonen erhalten werden, so daß sich die hervorragende Spektralselektivität ergibt. Ein besonderer Vorteil besteht darin, daß sich eine Linearität über fünf Größenordnungen der Beleuchtungsstärke ergibt. Darüber

hinaus verfügt das erfindungsgemäße Bauelement über einen niedrigen Dunkelstrom und einen hohen Dynamikbereich (> 120 dB, bezogen auf 1000 lux). Ein weiterer Vorteil besteht darin, daß die spektrale Empfindlichkeit kundenspezifisch vorgebbar ist. Von besonderer Bedeutung ist, daß die Selektion der Spektralanteile ohne die Verwendung zusätzlicher optischer Filter möglich ist.

Bevorzugte Ausführungsformen sind in den Unteransprüchen aufgeführt.

Als bevorzugte Varianten von photoempfindlichen Bauelementen kommen eine NIPIN oder eine PINIP Struktur in Frage, die erfindungsgemäß durch die Teilschichten unterschiedlichen μ-Tau-Produktes modifiziert sind. Technologisch wird die μ-Tau Variation bevorzugt durch Einlegieren von Germanium in das amorphe Silizium erreicht ($a\text{-}Si_xGe_{1-x}:H$).

Zur Verbesserung der Blau-/Rot-Trennung sowie zur Verbesserung der Quantenausbeute kann die eigenleitende Schicht der in Lichteinfallsrichtung vorderen Struktur aus einer karbonierten Schicht (a-Si(C):H) bestehen, so daß zusätzlich zur μ-Tau Optimierung auch eine Anpassung des Bandabstandes erfolgt.

Die besonders bevorzugte Ausführungsform der Erfindung sieht vor, daß das Bauelement Teil eines Farbsensors ist, in dem die das Bauelement bildende Schichtstruktur auf der Oberfläche eines integrierten Schaltkreises angeordnet ist. Hierdurch ergibt sich durch die Kombination eines kristallinen Bauelementes (beispielsweise eines ASICS) mit dem nach der Niedrigtemperatur-PECVD-Technologie hergestellten Multischichtbauelement eine einfache und kostengünstig herstellbare Kombination, die als Farbbildsensor eine

PCT WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro

INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation 6 :		(11) Internationale Veröffentlichungsnummer:
H01L 31/105, 25/04	A1	WO 96/13865
		(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 9. Mai 1996 (09.05.96)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP95/03421

(22) Internationales Anmeldedatum: 31. August 1995 (31.08.95)

(30) Prioritätsdaten:
P 44 41 444.7 30. Oktober 1994 (30.10.94) DE

(71)(72) Anmelder und Erfinder: BÖHM, Markus [DE/DE]; Hölderlinstrasse 3, D-57068 Siegen (DE).

(74) Anwalt: COHAUSZ & FLORACK; Kanzlerstrasse 8a, D-40472 Düsseldorf (DE).

(81) Bestimmungsstaaten: AU, BR, CA, CN, CZ, EE, FI, HU, JP, KR, LT, LV, MX, NO, NZ, PL, RU, SG, SI, SK, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

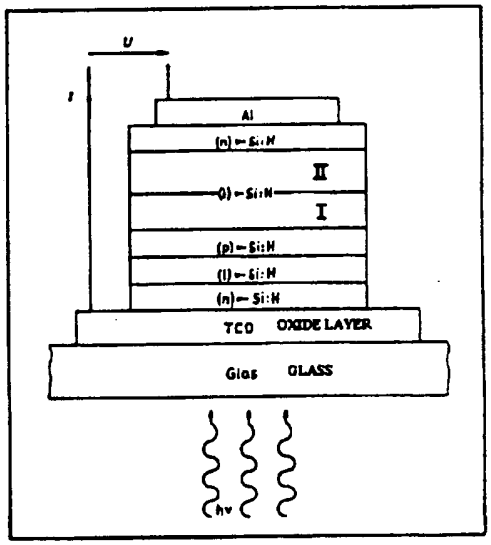
Veröffentlicht
Mit internationalem Recherchenbericht.

(54) Title: THREE-COLOUR SENSOR

(54) Bezeichnung: DREI-FARBENSENSOR

(57) Abstract

A photosensitive electronic component based on amorphous silicon and its alloys consists of two anti-serially interconnected p-i-n or n-i-p structures or Schottky contact structures. The active layers are normal to the light propagation direction. The charge carriers generated by blue light are sensed in the area of the first structure in the light incidence direction and generate a first voltage (V1) and the charge carriers generated by green or red light are sensed in the area of the second structure in the light incidence direction and generate a second (V2) and third (V3) voltage. At least one of the two intrinsically conductive layers consists of two partial layers. In order to achieve an improved spectral selectivity, the product of charge carrier mobility and lifetime (μ-tau product) is higher in the first partial layer (I) and lower in the second partial layer (II) in the light incidence direction, so that both partial layers (I, II) have different charge carrier sensing lengths in the presence of an electric field. The first partial layer (I) in the light incidence direction thus absorbs more green light and the second partial layer (II) in the light incidence direction absorbs more red light.



(57) Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein photoempfindliches elektronisches Bauelement auf der Basis von amorphem Silizium und dessen Legierungen bestehend aus zwei antiseriell zueinander angeordneten p-i-n bzw. n-i-p bzw. Schottkykontakt-Strukturen, bei dem die aktiven Schichten jeweils normal zur Lichtrichtung angeordnet sind, wobei im Bereich der in Lichteinfallsrichtung ersten Struktur die von blauem Licht generierten Ladungsträger für eine erste (V1) Spannung und im Bereich der in Lichteinfallsrichtung zweiten Struktur die von grünem bzw. rotem Licht generierten Ladungsträger für eine zweite (V2) bzw. dritte (V3) Spannung gesammelt werden, und wobei mindestens eine der beiden eigenleitenden Schichten aus zwei Teilschichten aufgebaut ist. Die Aufgabe, eine verbesserte spektrale Selektivität zu erreichen, wird dadurch gelöst, daß in der in Lichteinfallsrichtung vorgeordneten Teilschicht (I) ein höheres und in der in Lichteinfallsrichtung nachgeordneten Teilschicht (II) ein niedrigeres Produkt aus Ladungsträgerbeweglichkeit und Lebensdauer (μ-Tau-Produkt) vorliegt derart, daß die beiden Teilschichten (I, II) in Gegenwart eines elektrischen Feldes unterschiedliche Sammellängen für die Ladungsträger aufweisen, dahingehend, daß in der in Lichteinfallsrichtung vorgeordneten Teilschicht (I) vermehrt grünes und in der in Lichteinfallsrichtung nachgeordneten Teilschicht (II) vermehrt rotes Licht absorbiert wird.

Fig. 4 eine Prinzpskizze zur Erläuterung der Wirkungsweise des Elementes nach Fig. 3, wobei

Fig. 4a die räumliche Anordnung der einzelnen Schichten des Vielschichtbauelementes,

Fig. 4b den örtlichen Verlauf der elektrischen Feldstärke bei U>0,

Fig. 4c den örtlichen Verlauf der elektrischen Feldstärke bei U<0 sowie den örtlichen Verlauf des μ-Tau-Produktes und

Fig. 5 eine Prinzpsskizze zur Erläuterung des Schichtenaufbaus der Kombination eines photoempfindlichen elektronischen Bauelementes gemäß der Erfindung mit einem integrierten Schaltkreis.

In Fig. 1 ist der Querschnitt durch NIPIN Schichtsystem dargestellt, bei dem die NIPIN Schichtenfolge auf einem Träger (Glas) abgeschieden ist. Das Glassubstrat wird anschließend mit einer TCO-Schicht bestehend aus einem lichtdurchlässigen leitfähigen Oxid beschichtet und darauf werden dann entsprechend der in Fig. 1 dargestellten Folge die einzelnen amorphen Siliziumschichten abgeschieden.

Der Abscheidungsprozeß erfolgt mittels der bekannten PECVD-Technologie, bei der amorphes Silizium bei relativ niedrigen Temperaturen (ca. 250°C) in der gewünschten Schichtdicke abgeschieden wird.

Den Rückkontakt bildet eine Aluminiumelektrode, an die eine äußere elektrische Spannung U angelegt wird, die einen in das Element fließendenden Strom I treibt, wobei die TCO-Schicht das Bezugspotential bildet. Hierdurch wirkt die Anordnung wie eine antiseriell geschaltete Kombination zweier PIN Dioden.

Wie ferner in Fig. 1 dargestellt ist, erfolgt der Lichteinfall durch das Glassubstrat in das NIPIN Schichtsystem senkrecht zu den Schichtoberflächen.

Die Halbleiterstruktur ist in Fig. 2a skizziert dargestellt. In den die Randschichten des NIPIN Bauelementes bildenden n dotierten Bereichen liegt eine starke Dotierung vor. In diesen Bereichen findet keine Ladungsträgersammlung statt, da eine hohe Rekombinationswahrscheinlichkeit zwischen Elektronen und Löchern entsprechend den hohen Defektdichten vorliegt. Wegen der als konstant angenommenen Dotierungskonzentration erfolgt dort, wie in Fig. 2b bzw. Fig. 2c dargestellt ist, ein linearer Anstieg der elektrischen Feldstärke. In den als raumladungsfrei angenommenen eigenleitenden Bereichen herrscht eine räumlich ungefähr konstante Verteilung der elektrischen Feldstärke, wobei der Beitrag zur Raumladung durch bewegliche Ladungsträger, Defekte und Störstellen vernachlässigt wird. Photogenerierte Ladungsträger werden als primärer Photostrom mittels des elektrischen Feldes gesammelt. Thermisch erzeugte Ladungsträger tragen zu dem Dunkelstrom bei. Da die NIPIN Struktur als zwei antiseriell geschaltete PIN Dioden betrachtet werden kann, findet der Hauptabfall der Spannung im Bereich der in Sperrichtung gepolten Diode statt. Das elektrische Feld in der in Durchlaßrichtung gepolten Diode ist demgegenüber vernachlässigbar. Die im Bereich der mittleren p-Schicht vorhandene Raumladungsdichte ist, wie

aus den Fig. 2b und 2c hervorgeht, unter der Voraussetzung der Vernachlässigung von thermisch erzeugten Ladungsträgern eine Funktion der angelegten Spannung U, wobei im Mittelbereich der p-Zwischenschicht an einer bestimmten Stelle die Feldstärke einen Nulldurchgang hat.

In Abhängigkeit von der außen am Element anliegenden Spannung ergibt sich der Verlauf der elektrischen Feldstärke entweder gemäß Fig. 2b (U>0) oder gemäß Fig. 2c (U<0). Wird nun gemäß Fig. 2b eine positive Spannung, beispielsweise +2 Volt, an das in Fig. 1 dargestellte Element angelegt, ist die vordere Diode in Sperrichtung gepolt, so daß sich in ihr ein hohes elektrisches Feld ausbildet, in dem Ladungsträger getrennt werden können. Da dieser Bereich in Lichteinfallsrichtung vorne liegt, werden dort die spektralen Anteile des Lichtes mit niedriger Absorptionslänge, d.h. blaues Licht, absorbiert.

Wenn umgekehrt an das Bauelement eine negative Spannung angelegt wird, bildet sich die Raumladungszone im Bereich der hinteren PIN Diode aus, so daß dort das Licht im grünen bzw. roten Spektralbereich absorbiert wird, welches eine größere Eindringtiefe aufweist.

Ausgehend davon zeigt Fig. 3 ein Ausführungsbeispiel für ein photoempfindliches elektronisches Bauelement gemäß der Erfindung. In Ergänzung zu dem im Zusammenhang mit Fig. 1 dargestellten Bauelement ist gemäß Fig. 3 die in Lichteinfallsrichtung hintere eigenleitende Schicht in zwei Teilschichten I, II unterteilt. Die Unterteilung erfolgt dahingehend, daß in der Teilschicht I ein größeres μ-Tau-Produkt vorliegt als in der Teilschicht II. Dieser Zusammenhang geht aus Fig. 4c durch die als

dicke Linie gezeichnete μ-Tau-Kennlinie hervor, aus der die Abstufung in den Bereichen I, II erkennbar ist.

Dies führt bei ansonsten entsprechenden Grundfunktionen des Bauelementes zu folgender Wirkungsweise:

Entsprechend Fig. 4b werden durch blaues Licht generierte Ladungsträger wiederum dann bevorzugt absorbiert, wenn am Bauelement eine positive äußere Spannung anliegt.

Fig. 4c zeigt demgegenüber den Fall, daß am Bauelement eine negative Spannung U anliegt. Dabei soll zunächst der Fall betrachtet werden, daß die negative Spannung betragsmäßig vergleichsweise gering ist, beispielsweise eine Spannung von -0,5 Volt am Bauelement anliegt. Durch den Einbau von Materialien mit niedrigeren freien Beweglichkeiten im hinteren Bereich der zweiten eigenleitenden Schicht (Teilschicht II) und daraus resultierenden geringeren μ-Tau-Produkt kann eine Einsammlung von Ladungsträgern, die von Licht großer Eindringtiefe (dem roten Licht entsprechend)erzeugt werden, schlechter stattfinden. Daher werden bei einer solchen Spannung bevorzugt Ladungsträger, die von grünen Photonen generiert werden, eingesammelt. Da die Teilschicht I nicht mit Germanium versetzt ist, ist der Bandabstand dort auch so hoch, daß rote Photonen nicht oder nur ungenügend absorbiert werden können.

Wenn demgegenüber die negative Spannung betragsmäßig steigt, können bevorzugt rote Ladungsträger eingesammelt werden. Aufgrund des in der Teilschicht II außerdem niedrigen Bandabstandes infolge der Versetzung der Schicht mit Germanium werden dort rote Photonen besonders gut absorbiert.

Somit ergibt sich durch die Abstufung des μ-Tau-Produktes im Bereich der hinteren eigenleitenden Schicht eine erheblich verbesserte Rot-/Grün-Trennung und somit in Kombination mit der im Bereich der vorderen eigenleitenden Schicht erfolgenden Blauabsorption die Möglichkeit eines Dreifarbensensors mit sehr hoher Selektivität.

Ausgehend von den oben beschriebenen Grundfunktionen des erfindungsgemäßen Bauelementes können noch folgende Verbesserungen bevorzugt vorgesehen sein:

Die eigenleitende Schicht der in Lichteinfallsrichtung vorgeordneten NIP-Diode kann aus einer karbonierten Schicht bestehen, so daß sich eine verbesserte Blau-/Rot-Separation ergibt. Zur Herabsetzung des Dunkelstroms kann innerhalb dieser eigenleitenden Schicht ein Bereich mit einem geringeren Bandabstand vorgesehen sein.

Zur Verbesserung der maximalen Quantenausbeute kann die n-Schicht der in Lichteinfallsrichtung vorgeordneten Struktur karboniert oder als mikrokristalline Schicht ausgeführt sein, wobei auch die mittlere p-Schicht karboniert sein kann.

Zusätzlich kann die Empfindlichkeit der ersten Struktur hinsichtlich der Blauabsorption durch eine geringfügige Dotierung im Übergangsbereich zwischen der eigenleitenden und der mittleren p-Schicht zu kleineren Wellenlängen hin verschoben werden.

Zur Optimierung der spektralen Selektivität können eine graduierte a-Si_xGE_{1-x}:H Schicht oder weitere undotierte Schichten hinter oder vor der a-Si_xGE_{1-x}:H Schicht angebracht werden.

Ausgehend von dem Zusammenhang mit Fig. 3 beschriebenen Bauelement kann ein in Fig. 5 dargestellter Farbbildsensor erstellt werden, in dem die beschriebene Vielschichtstruktur auf einen integrierten Schaltkreis in Form eines ASIC als Substrat aufgebracht wird. Der Herstellungsprozeß erfolgt unter Zwischenschaltung einer Isolationsschicht und einer Metallbeschichtung. Die Schichtenfolge beim Aufdampfen ist dabei umgekehrt wie im Zusammenhang mit Fig. 1 bzw. Fig 3 beschrieben.

Gemäß Fig. 5 fällt dann das Licht von oben auf die Struktur ein. Je nach Ansteuerung der optischen Zelle durch die kristalline ASIC Struktur ergibt sich für jedes Pixelelement je nach angelegter Spannung ein unterschiedliches Spektralverhalten. Auf diese Weise kann das eingestrahlte Licht pixelweise auf seine RGB Bestandteile hin analysiert werden und das auf diese Weise gewandelte Lichtsignal elektrisch weiterverarbeitet werden.

Patentansprüche

1. Photoempfindliches elektronisches Bauelement auf der Basis von amorphem Silizium und dessen Legierungen bestehend aus zwei antiseriell zueinander angeordneten p-i-n bzw. n-i-p bzw. Schottkykontakt-Strukturen, bei dem die aktiven Schichten jeweils normal zur Lichtrichtung angeordnet sind, wobei im Bereich der in Lichteinfallsrichtung ersten Struktur die von blauem Licht generierten Ladungsträger für eine erste (V1) Spannung und im Bereich der in Lichteinfallsrichtung zweiten Struktur die von grünem bzw. rotem Licht generierten Ladungsträger für eine zweite (V2) bzw. dritte (V3) Spannung gesammelt werden, und wobei mindestens eine der beiden eigenleitenden Schichten aus zwei Teilschichten aufgebaut ist,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß in der in Lichteinfallsrichtung vorgeordneten Teilschicht (I) ein höheres und in der in Lichteinfallsrichtung nachgeordneten Teilschicht (II) ein niedrigeres Produkt aus Ladungsträgerbeweglichkeit und Lebensdauer (μ-Tau-Produkt) vorliegt derart, daß die beiden Teilschichten (I,II) in Gegenwart eines elektrischen Feldes unterschiedliche Sammellängen für die Ladungsträger aufweisen dahingehend, daß in der in Lichteinfallsrichtung vorgeordneten Teilschicht (I) vermehrt grünes und in der in Lichteinfallsrichtung nachgeordneten Teilschicht (II) vermehrt rotes Licht absorbiert wird.

2. Bauelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Verhältnis der μ-Tau-Produkte in den beiden Teilschichten 1: 10 bis 1:100 beträgt.

3. Bauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, **daß der Wert des μ-Tau-Produktes in der ersten Teilschicht zwischen $10^{-7}cm^2V^{-1}$ und $10^{-6}cm^2V^{-1}$ und in der zweiten Teilschicht zwischen $10^{-8}cm^2V^{-1}$ und $10^{-7}cm^2V^{-1}$ beträgt.**

4. Bauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Einstellung des μ-Tau-Produktes durch Beeinflussung der Ladungsträgerbeweglichkeit gegenüber eigenleitendem amorphen Silizium durch Einbau von Fremdatomen, insbesondere a-$Si_xGe_{(1-x)}$:H, erfolgt.

5. Bauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche gekennzeichnet durch die auf ein Glassubstrat aufgebrachte Schichtenfolge:

(a) eine n-leitende a-Si:H Schicht
(b) eine erste eigenleitende a-Si:H Schicht
(c) eine p-leitende a-Si:H Schicht
(d) eine zweite eigenleitende a-Si:H Schicht, bestehend aus einer ersten Teilschicht mit höherem μ-Tau-Produkt und einer zweiten Teilschicht mit gegenüber der ersten Teilschicht niedrigerem μ-Tau-Produkt
(e) eine n-leitende a-Si:H Schicht

6. Bauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche gekennzeichnet durch die auf ein Glassubstrat aufgebrachte Schichtenfolge:

(a) eine p-leitende a-Si:H Schicht

(b) eine erste eigenleitende a-Si:H Schicht
(c) eine n-leitende a-Si:H Schicht
(d) eine zweite eigenleitende a-Si:H Schicht bestehend aus einer ersten Teilschicht mit höherem μ-Tau-Produkt und einer zweiten Teilschicht mit gegenüber der ersten Teilschicht niedrigerem μ-Tau-Produkt
(e) eine p-leitende a-Si:H Schicht

7. Bauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen Glassubstrat und n-i-p-i-n bzw. p-i-n-i-p Schichtenfolge eine weitere Schicht aus einem transparenten leitfähigen Oxid (TCO) vorgesehen ist

8. Bauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, daß im Bereich mindestens einer eigenleitenden Schicht eine weitere eigenleitende Schicht aus a-Si(C):H mit erhöhtem Bandabstand vorgesehen ist.

9. Bauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, daß an Stelle einer a-Si:H eigenleitenden Schicht eine eigenleitende Schicht aus a-Si(C):H mit erhöhtem Bandabstand im Bereich von 1,72 bis 1,95 eV vorgesehen ist.

10. Bauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, daß an Stelle einer dotierten a-Si:H Schicht eine Schicht aus mikrokristallinem oder karboniertem amorphen Silizium vorgesehen ist.

11. Farbsensor unter Verwendung eines Bauelementes nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die das

Bauelement bildende Schichtstruktur auf der Oberfläche eines integrierten Schaltkreises abgeschieden ist.

12. Farbsensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der integrierte Schaltkreis ein ASIC ist.

13. Farbsensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß als Trägersubstrat Quarz, Metall, Si-Wafer, GaAs oder Kunststoff verwendet werden.

14. Verfahren zur Herstellung eines photoempfindlichen elektronischen Bauelementes auf der Basis von amorphem Silizium mittels der PECVD-Technologie, bei dem auf ein Glassubstrat eine Schichtenfolge aus einer ersten dotierten Schicht, einer ersten eigenleitenden Schicht, einer dotierten Zwischenschicht, einer zweiten eigenleitenden Schicht und einer dotierten Randschicht aufgebracht wird, wodurch zwei antiseriell zueinander angeordnete p-i-n bzw. n-i-p Übergänge ausgebildet werden, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine der beiden eigenleitenden Schichten aus zwei Teilschichten gebildet wird, die durch Einbringen von Fremdatomen, insbesondere von Si_xGe_{1-x}, derart unterschiedliche Beweglichkeiten aufweisen, daß die μ-Tau-Produkte in den beiden Teilschichten mindestens um den Faktor 10 voneinander abweichen, wobei die Teilschicht mit dem höheren μ-Tau-Produkt in Lichteinfallsrichtung vorgeordnet ist.

15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Verhältnisse der μ-Tau Produkte in den beiden Teilschichten zwischen 1:20 und 1:100 liegen.

Fig.1

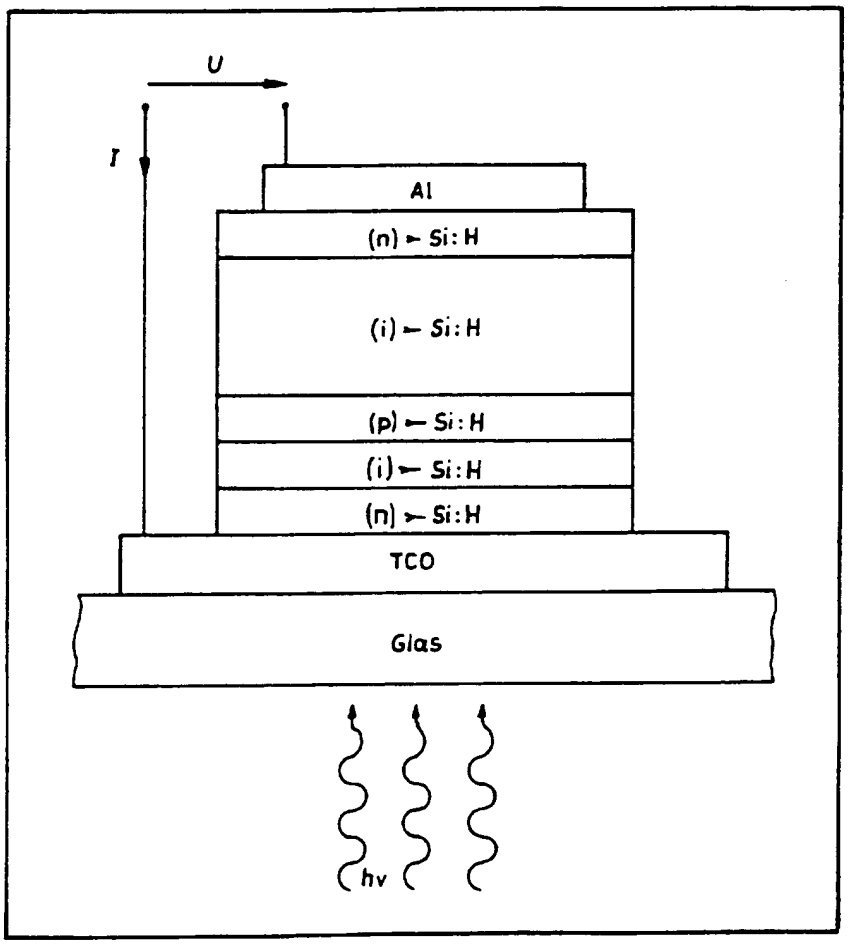


Fig.2

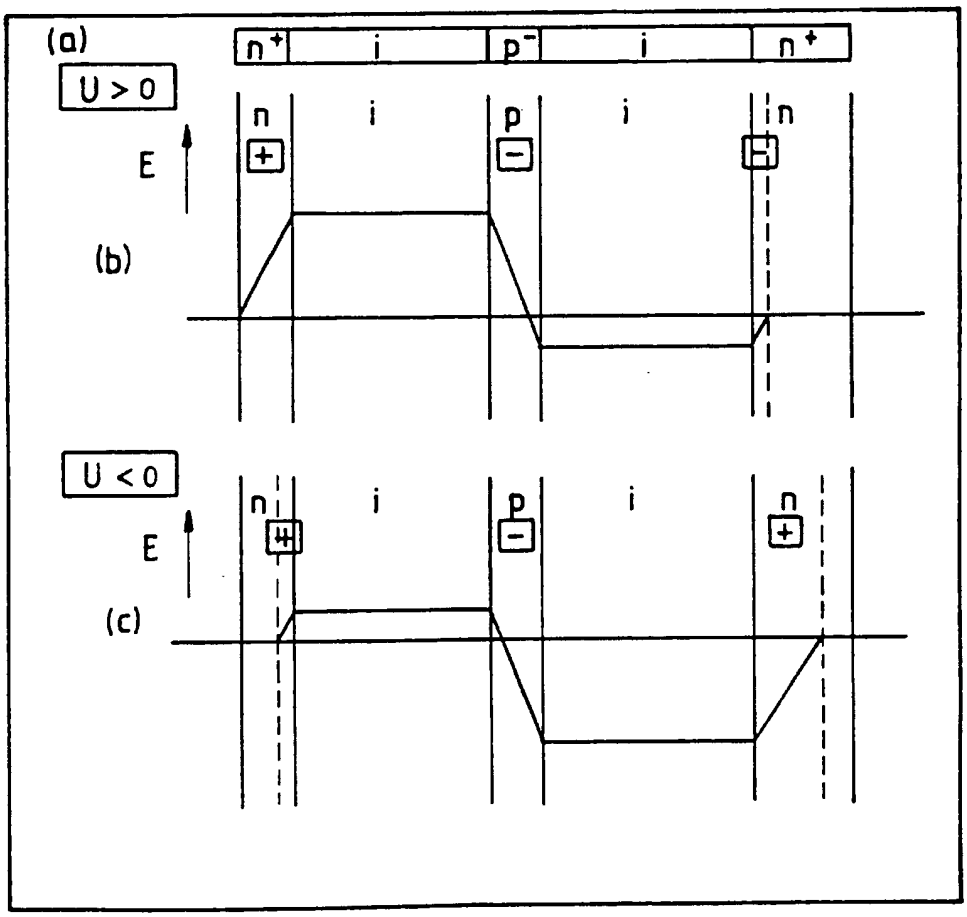


Fig.3

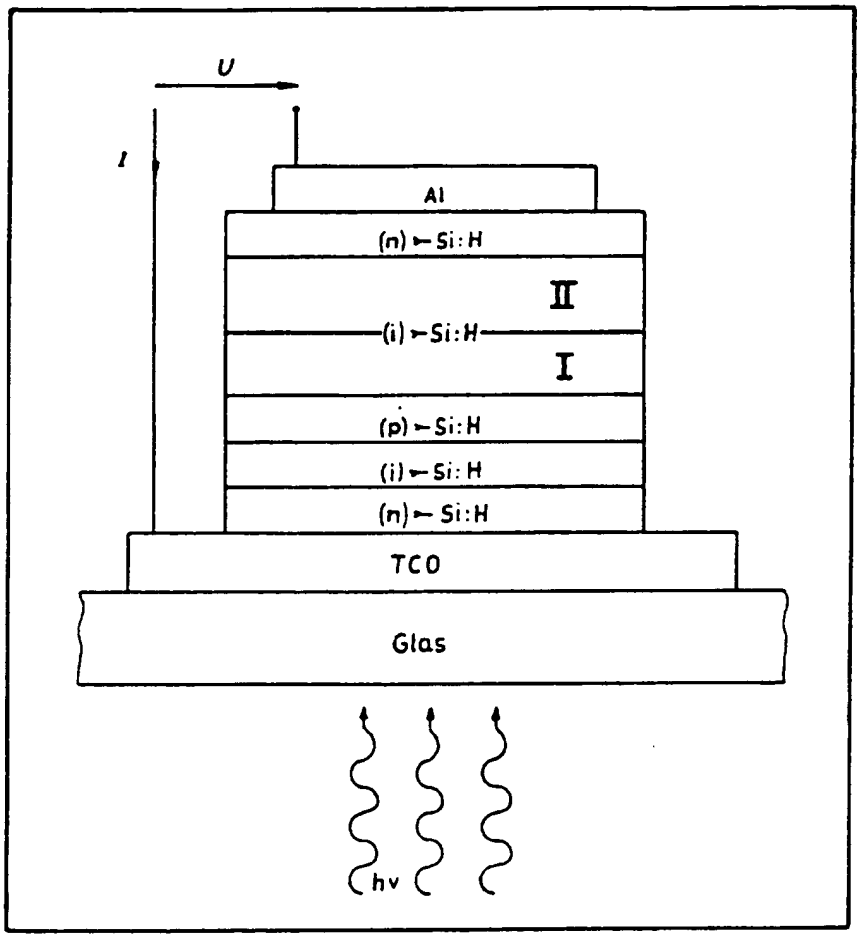


Fig.4

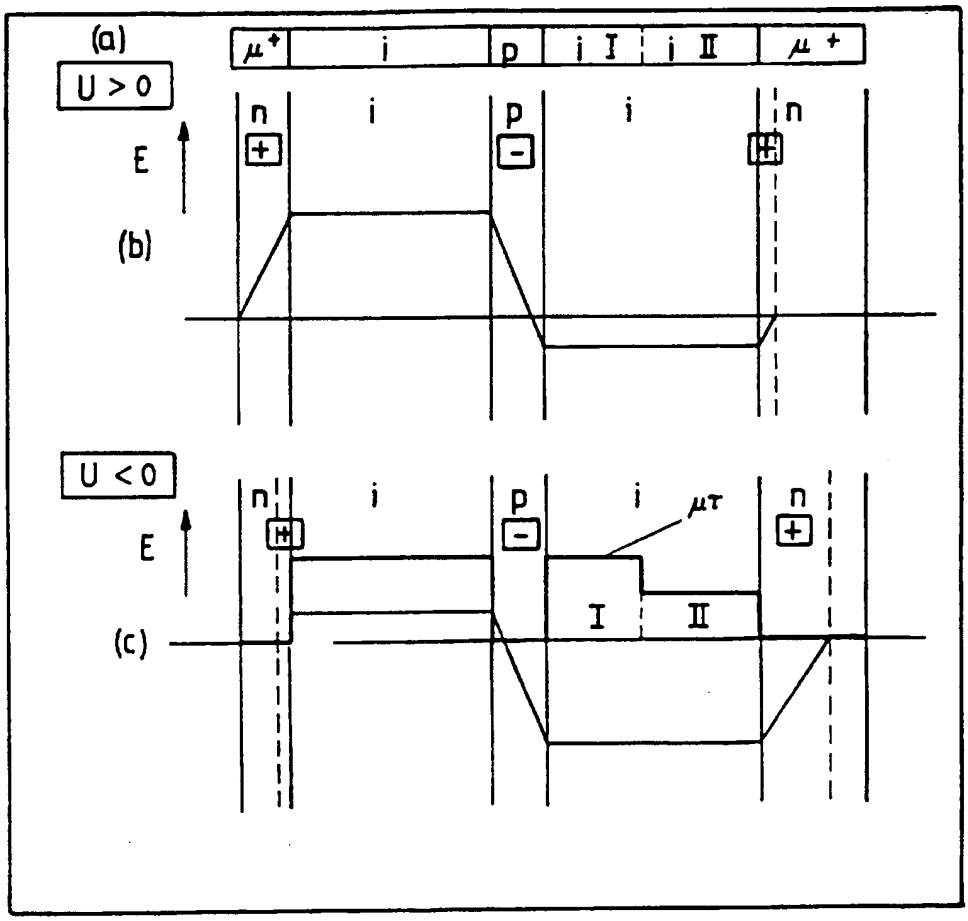
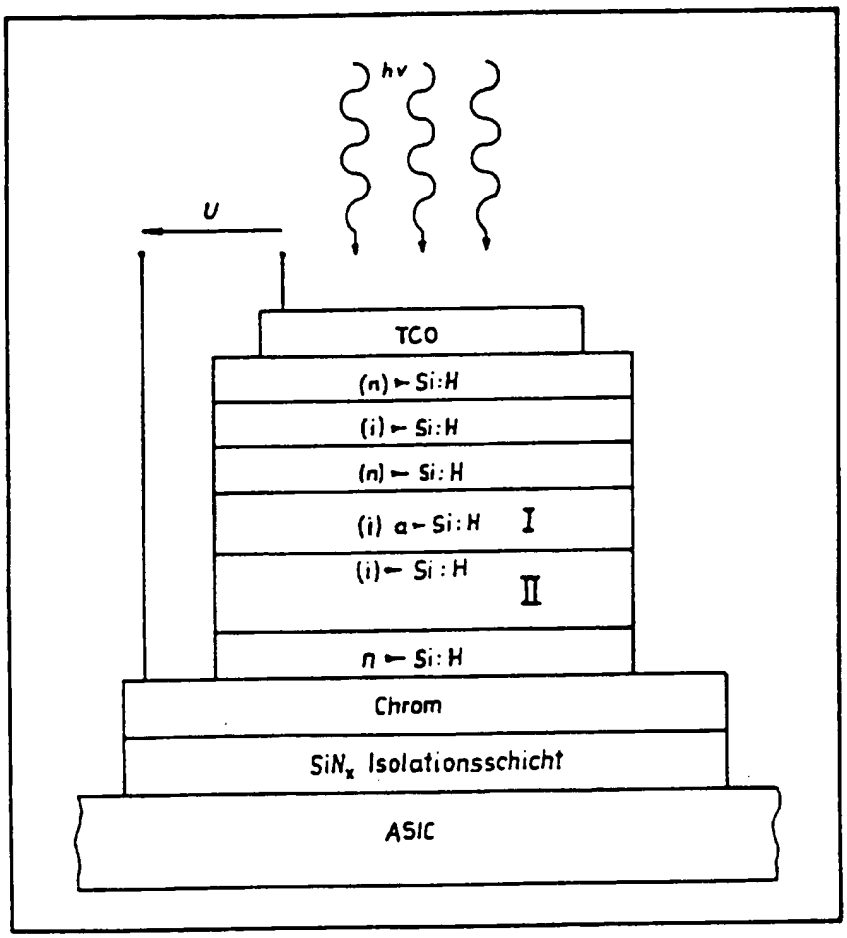


Fig.5


hv
U
TCO
(n) ⊢ Si:H
(i) ⊢ Si:H
(n) ⊢ Si:H
(i) a⊢ Si:H
I
(i)⊢ Si:H
II
n ⊢ Si:H
Chrom
SiNx Isolationsschicht
ASIC

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inten al Application No
PCT/EP 95/03421

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 6 H01L31/105 H01L25/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 6 H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	AMORPHOUS SILICON TECHNOLOGY - 1994. SYMPOSIUM, AMORPHOUS SILICON TECHNOLOGY - 1994. SYMPOSIUM, SAN FRANCISCO, CA, USA, 4-8 APRIL 1994, 1994, PITTSBURGH, PA, USA, MATER. RES. SOC, USA, pages 843-848, ZHU Q ET AL 'A novel a-Si(C):H color sensor array' see the whole document ---	1,5,7, 13,14
A	IEEE ELECTRON DEVICE LETTERS, AUG. 1987, USA, vol. EDL-8, no. 8, ISSN 0741-3106, pages 365-367, TSAI H -K ET AL 'An amorphous SiC/Si two-color detector' see the whole document ---	1,5,7, 13,14

-/--

[X] Further documents are listed in the continuation of box C.

[X] Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

1

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
8 January 1996	26.01.96

Name and mailing address of the ISA	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax (+ 31-70) 340-3016	Lina, F

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Interr ial Application No
PCT/EP 95/03421

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	IEEE ELECTRON DEVICE LETTERS, APRIL 1991, USA, vol. 12, no. 4, ISSN 0741-3106, pages 172-174, FANG Y K ET AL 'A vertical-type a-Si:H back-to-back Schottky diode for high-speed colour image sensor' see the whole document	1
A	SENSORS AND CONTROL FOR AUTOMATION, FRANKFURT, GERMANY, 22-24 JUNE 1994, vol. 2247, ISSN 0277-786X, PROCEEDINGS OF THE SPIE - THE INTERNATIONAL SOCIETY FOR OPTICAL ENGINEERING, 1994, USA, pages 301-310, QI ZHU ET AL 'New type of thin film color image sensor' cited in the application see the whole document	1
A	US,A,5 311 047 (CHANG CHUN-YEN) 10 May 1994 cited in the application see the whole document	1
A	APPLIED PHYSICS LETTERS, 25 JAN. 1988, USA, vol. 52, no. 4, ISSN 0003-6951, pages 275-277, HSIUNG-KUANG TSAI ET AL 'Amorphous SiC/Si three-color detector' cited in the application	1
X,P	IEEE TRANSACTIONS ON ELECTRON DEVICES, MAY 1995, USA, vol. 42, no. 5, pt.1, ISSN 0018-9383, pages 835-840, DE CESARE G ET AL 'Tunable photodetectors based on amorphous Si/SiC heterostructures' see the whole document	1,5,7, 13,14

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

...ormation on patent family members

Inter ...al Application No
PCT/EP 95/03421

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US-A-5311047	10-05-94	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Intern ales Aktenzeichen
PCT/EP 95/03421

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 6 H01L31/105 H01L25/04

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 6 H01L

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	AMORPHOUS SILICON TECHNOLOGY - 1994. SYMPOSIUM, AMORPHOUS SILICON TECHNOLOGY - 1994. SYMPOSIUM, SAN FRANCISCO, CA, USA, 4-8 APRIL 1994, 1994, PITTSBURGH, PA, USA, MATER. RES. SOC, USA, Seiten 843-848, ZHU Q ET AL 'A novel a-Si(C):H color sensor array' siehe das ganze Dokument ---	1,5,7, 13,14
A	IEEE ELECTRON DEVICE LETTERS, AUG. 1987, USA, Bd. EDL-8, Nr. 8, ISSN 0741-3106, Seiten 365-367, TSAI H -K ET AL 'An amorphous SiC/Si two-color detector' siehe das ganze Dokument --- -/--	1,5,7, 13,14

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

[X] Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

1

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
8.Januar 1996	26.01.96
Name und Postanschrift der Internationale Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax (+ 31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter Lina, F

Formblatt PCT/ISA/210 (Blatt 2) (Juli 1992)

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Intern: ...les Aktenzeichen
PCT/EP 95/03421

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	IEEE ELECTRON DEVICE LETTERS, APRIL 1991, USA, Bd. 12, Nr. 4, ISSN 0741-3106, Seiten 172-174, FANG Y K ET AL 'A vertical-type a-Si:H back-to-back Schottky diode for high-speed colour image sensor' siehe das ganze Dokument ---	1
A	SENSORS AND CONTROL FOR AUTOMATION, FRANKFURT, GERMANY, 22-24 JUNE 1994, Bd. 2247, ISSN 0277-786X, PROCEEDINGS OF THE SPIE - THE INTERNATIONAL SOCIETY FOR OPTICAL ENGINEERING, 1994, USA, Seiten 301-310, QI ZHU ET AL 'New type of thin film color image sensor' in der Anmeldung erwähnt siehe das ganze Dokument ---	1
A	US,A,5 311 047 (CHANG CHUN-YEN) 10.Mai 1994 in der Anmeldung erwähnt siehe das ganze Dokument ---	1
A	APPLIED PHYSICS LETTERS, 25 JAN. 1988, USA, Bd. 52, Nr. 4, ISSN 0003-6951, Seiten 275-277, HSIUNG-KUANG TSAI ET AL 'Amorphous SiC/Si three-color detector' in der Anmeldung erwähnt ---	1
X,P	IEEE TRANSACTIONS ON ELECTRON DEVICES, MAY 1995, USA, Bd. 42, Nr. 5, pt.1, ISSN 0018-9383, Seiten 835-840, DE CESARE G ET AL 'Tunable photodetectors based on amorphous Si/SiC heterostructures' siehe das ganze Dokument -----	1,5,7, 13,14

1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichu.. , die zur selben Patentfamilie gehören

Interr ales Aktenzeichen
PCT/EP 95/03421

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US-A-5311047	10-05-94	KEINE	

This Page Blank (uspto)